Die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes

von

Günther Ritter **Beck v. Mannagetta,**
k. M. k. Akad.

Aus dem botanischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag,
Nr. 93 der 2. Reihe.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Jänner 1906.)

Dolinen oder Karsttrichter gehören bekanntlich zur charakteristischen Eigentümlichkeit aller Karstländer. Insbesondere sind sie aber dem Illyrischen Karste eigen, der von den Julischen Alpen längs der Adria bis Albanien reicht. Hier sind nicht nur zahlreiche, sondern auch oft über 100 *m* tiefe Dolinen vorhanden, die freilich, da ihre Entstehung durchaus nicht immer die gleiche ist, sehr verschiedene Formen wie Spalten, Einstürze, Trichter, Becken und dergleichen aufweisen und demnach für die Besiedelung durch Pflanzen wechselnde Verhältnisse darbieten. Die tieferen und größeren Dolinen des Karstes aber waren es vor allem, die für Floristen und Pflanzengeographen immer besondere Anziehungskraft ausübten. In solchen Dolinen, deren Flanken gewöhnlich steil und felsig zur Tiefe stürzen, konnten seit jeher die interessantesten Gewächse gefunden werden. Ja, für die Erhaltung dieser Gewächse sorgten sogar die Karstbewohner. Da nämlich am Grunde vieler Dolinen Kulturen und Felder liegen, auch deren Gehänge bewaldet sind, werden die Ränder solcher Dolinen gewöhnlich

durch Rohmauern gegen das Weidevieh gesichert und hiemit erhält auch der in denselben befindliche Pflanzenwuchs im allgemeinen, aber auch jener der felsigen Gehänge, der sonstens dem Ziegenfraße verfallen würde, im besonderen seinen Schutz.

Nun war schon lange bekannt, aber kaum erklärt worden, daß in vielen tieferen Dolinen des Karstes isoliert zahlreiche Hochgebirgspflanzen, also Pflanzen der Voralpen und Alpenregion inmitten der Bergregion leben. Ihr Vorkommen daselbst mußte um so auffälliger erscheinen, als das Terrain um diese Dolinen derzeit von einer ganz anderen, auch an ein Bergklima angepaßten Vegetation besetzt ist.

Ich führe nur einige Beispiele hiefür aus dem Triestiner Karste auf, die ich teils den bekannten Florenwerken von Marchesetti[1] und Pospichal[2] entnehme, teils freundlichen Mitteilungen des Herrn Direktors C. v. Marchesetti selbst verdanke.

In den tiefen, nächst Divacca in einem Bodenniveau von 430 bis 450 *m* über dem Meere befindlichen Dolinen von Risniac, Resbeniac, Radovan zeigt sich eine schöne Farnvegetation, in der *Aspidium rigidum* Sw. v. *australe* Ten. bemerkenswert erscheint, da dieser Farn sonst nur auf den Julischen Alpen, am Nanos und andern Gebirgen vorkommt. Überdies finden sich in diesen Dolinen noch die alpine *Arabis arenosa* Scop. und einige illyrisch-südalpine Hochgebirgspflanzen, wie: *Saxifraga incrustata* Vest, *S. petraea* L. und *Athamanta rupestris* Reich.

In der geräumigen und tiefen Doline von Orlek nächst Sessana, welche in einem Bodenniveau von zirka 355 *m* über dem Meere liegt, finden sich von alpinen Hochgebirgspflanzen: *Scolopendrium vulgare* Sm., *Veratrum album* L. v. *Lobelianum* (Bernh.), *Arabis arenosa* Scop., *Primula auricula* L. Als Reste einer ehemaligen Buchenwaldflora kann man daselbst *Paris quadrifolia* L. und *Sanicula europaea* L. beobachten. Direktor

---

[1] C. Marchesetti, Flora di Trieste e dè suoi dintorni. Trieste, 1896 bis 1897.

[2] E. Pospichal, Flora des österreichischen Küstenlandes. Wien, 1897 bis 1899.

v. Marchesetti verpflanzte dorthin auch die erst im Trnowaner Walde vorkommende *Primula carniolica* Jacqu., welche daselbst sehr gut fortkam.

Die Anzahl der Hochgebirgspflanzen in vielen anderen Dolinen schwankt nach der Größe und Tiefe derselben, aber auch nach der Steilheit ihrer in die Tiefe ziehenden Felsgehänge. Je steiler und unzugänglicher die letzteren, desto reicher sind sie auch mit Pflanzen der Hochgebirge besetzt.

Die berühmte, auch von mir besuchte, großartige Dolinenschlucht von St. Canzian, welche sich von 435 *m* Seehöhe um 160 *m*, also bis 275 *m* Seehöhe vertieft, birgt wohl die größte Zahl von Hochgebirgspflanzen.[1]

Dazu zählen: *Aspidium lobatum* Sw., *Scolopendrium vulgare* Sm., *Silene saxifraga* L., *Aconitum rostatum* Bernh., *Lunaria rediviva* L., *Arabis arenosa* Scop., *Saxifraga incrustata* Vest, *S. petraea* L. (beide illyrisch-südalpin), *Aruncus silvester* Kost., *Euonymus latifolius* L., *Athamanta rupestris* Reich. (südalpin), *Primula auricula* L., *Gentiana asclepiadea* L., *Salvia glutinosa* L., *Veronica latifolia* L. (= *V. urticaefolia* Jacqu.), *Globularia bellidifolia* Ten., *Campanula pusilla* Haenke, *Prenanthes purpurea* L., *Aposeris foetida* Less. (illyrisch).

Mit diesen in die Karstflora eingemengten voralpinen und alpinen Pflanzen treffen an den Gehängen zur größten Überraschung der Pflanzengeographen auch einige südliche, wärmeliebende Gewächse zusammen, wie: *Adiantum capillus veneris* L., *Ceterach officinarum* Willd., *Parietaria ramiflora* Moench, *Corydalis ochroleuca* Koch, *Eryngium amethystinum* L, *Campanula pyramidalis* L., *Artemisia camphorata* Vill.

Doch alle angegebenen Voralpen- und Alpenpflanzen, weiters auch noch *Cystopteris alpina* Desv., *Veratrum album* L., *Thalictrum aquilegiifolium* L., *Cytisus alpinus* L., *Rhamnus*

---

[1] Über die Vegetation der Dolinenschlucht von St. Canzian vergleiche: C. Marchesetti, Florula di S. Canziano, in F. Müller, Führer in die Grotten und Höhlen von St. Canzian, Triest 1887, p. 100 ff. — G. v. Beck, Hochgebirgspflanzen in tiefen Lagen. Sitzungsber. des »Lotos«, XXIV (1904), p. 162. — A. Ginzberger in Führer zu den wiss. Exkursionen des II. internat. botan. Kongresses, Wien 1905, I, p. 64 ff.

fallax Boiss. (= *Rh. carniolicus* A. Kern.), *Adenostyles glabra* DC. (= *A. alpina* Bluff et Fing.) finden sich in diesen Dolinen nur zerstreut vor und schließen niemals zu einer Vegetationsformation zusammen. Daher erscheint der Zusammenschluß dieser Gewächse zu Vegetationsformationen in einzelnen höher gelegenen Dolinen des illyrischen Karstes noch viel auffälliger.

Dies ist der Fall in der zu einer Eishöhle herabziehenden Doline Paradana und in der großen Doline Smrekova draga. Beide auf dem Hochplateau des Trnowaner Waldes bei Görz gelegen, konnte ich näher erforschen.

Durch herrliche Voralpenwälder gelangt man im Trnowaner Walde auf schöner Waldstraße von dem gastlichen Forsthause Kanisza direkt zur Eishöhle Paradana, nach Moser,[1] welcher dieselbe näher beschrieb, auch Lepo brdo pod Goljak genannt. Sie ist die bekannteste Eishöhle des Trnowaner Waldes, denn aus derselben werden aus mehr als 100 *m* Tiefe Eisklötze auf Leitern und in vereistem Schnee eingehauenen Stufen heraufbefördert und auf eigenen Wagen nach Görz verfrachtet.

Der Eindruck, den diese Eishöhle mit ihrer eigentümlichen Vegetation jedem Besucher[2] hinterläßt, ist ebenso überraschend als eigentümlich. Man steigt unmittelbar von der Straße durch schönen Hochwald abwärts. In einer Tiefe von ungefähr 50 *m* endet plötzlich der Fichtenwald und man steht vor dem Trichter der Eishöhle, der etwa 40 *m* hinab in die Tiefe zieht. Auf der einen Seite dieses Trichters stürzen die Felsen schroff und unzugänglich zur dunklen Pforte der eigentlichen Eishöhle ab, aus der bei meinem hier geschilderten Besuche am 30. Mai 1904 kalte Nebelmassen aufstiegen. Durch

---

[1] Dr. L. C. Moser, Die Eishöhlen des Trnowaner und Birnbaumer Waldgebirges, in Zeitschr. des Deutschen und österr. Alpenvereins, XX (1889), p. 355 bis 357.

[2] Mir war es gegönnt, die Paradana und die Smrekova draga am 30. Mai 1904 unter Führung meines ortskundigen Freundes K. Loitlesberger, k. k. Gymnasialprofessors in Görz, zu besuchen, und letzterem verdanke ich überdies außerordentlich wertvolle Beiträge zu vorliegendem Aufsatze. Einen Bericht über diese Exkursion veröffentlichte Herr Prof. Loitlesberger in den Mitteilungen der Sektion für Naturkunde des Österr. Touristenklubs, XVII (1905), p. 69, unter dem Titel: »Die Smrekova draga im Ternovaner Walde«.

diese am Grunde des Trichters liegende Pforte wird der zweite, tief ins Erdinnere ziehende, mit Eis und Eiswasser erfüllte, unterirdische Teil der Paradana zugänglich, in dessen schaurigen Schlund man auf Leitern zu Zwecken der Eisgewinnung absteigt. Ein schmaler Fußsteig führt vom Rande des Trichters, an welchem das Thermometer am genannten Tage 17° C. Lufttemperatur zeigte, in Zickzack hinab.

Man durchwandert reichlichen, geschlossenen Strauchwuchs, bestehend aus Erlen, blühenden Weiden (*Salix grandifolia* Ser.), *Rosa pendulina* L. (= *R. alpina* L.), *Lonicera alpigena* L., *L. coerulea* L., mit einem Unterwuchse von Heidel- und Preiselbeeren (*Vaccinium myrtillus* L. und *V. vitis idaea* L.). Die Alpenrebe (*Clematis alpina* Mill.) schlingt sich durch die Büsche, zwischen welchen später *Ranunculus platanifolius* L., *Aruncus silvester* Kost., *Melampyrum sylvaticum* L. und *Mulgedium alpinum* Less. erblühen.

Bei 20 *m* Tiefe verkrüppeln die Fichten. Niederes, dicht aneinander gedrängtes Buschwerk von Alpenrosen (*Rhododendron hirsutum* L.), Ende Mai noch in Knospen stehend, deckt das Gehänge. Die Lufttemperatur ist auf 9 bis 10° gesunken. Auf den anstehenden Felsen erblicken wir manche in Entwicklung begriffene Alpenpflanze, darunter

Aspidium lonchitis Sw.
Poa alpina L.
Carex ornithopoda W.
Luzula silvatica Gaud.
Salix retusa L.
Heliosperma quadrifidum Reich.
Saxifraga cuneifolia L.
» *rotundifolia* L.
Viola biflora L.
Veronica lutea Wettst. (= *Paederota ageria* Aut.)
Valeriana saxatilis L.
» *tripteris* L.
Doronicum austriacum Jacqu.,

außerdem *Phegopteris polypodioides* Fée, *Omphalodes vernum* Moench, welches am Rande der Doline in voller Blüte stand,

das Moschusblümchen *Adoxa moschatellina* L. und auch *Chrysosplenium alternifolium* L.

Weitere 3 *m* tiefer steht das letzte kümmerliche Fichtenbäumchen über uns. Die Vegetation selbst ist kaum aus dem Winterschlaf erwacht. Nur *Chrysosplenium aeternifolium* L. bricht als Erstling durch die noch winterliche Decke des feuchten Erdbodens. Hingegen werden die Moose häufiger, die Lufttemperatur fällt rasch auf 6·5° C. und sinkt mit zunehmender Tiefe noch weiter.

Bei 30 *m* Tiefe ist sie auf 3° C. gefallen. Dort steht die ganze Vegetation noch im Winterkleide. Die Almrauschsträucher sind verkümmert und nur Zwergweiden mit einigen Alpenpflanzen und reichlichen Moosteppichen besetzen in Gesellschaft die zum Eisschlunde steil abfallenden Felsen (Abb. 1). Zu diesem Bilde paßt auch das winterliche Schneefeld, an dem wir jetzt stehen und das steil in den finsteren Schlund hinabzieht.

Am Eingange des letzteren, aus dem eisigkalter Dunst hervorquillt, fällt das Quecksilber unseres Thermometers, 1 *m* über den Schneemassen, noch bis auf 1·2° C.

Die Vegetation ändert sich somit in der Paradana in überraschender Weise mit der Tiefe. Ungemein deutlich erkennen wir aber die Erkältung der Lufttemperatur, die am 31. Mai 1904 von 17° C. am Rande des Paradanatrichters bis zum Grunde desselben, also zirka 40 *m* tiefer, auf 1·2° C. gesunken war. Die Lufttemperatur sinkt demnach Ende Mai, wenn noch reichlich winterlicher Schnee am Grunde des Dolinentrichters lagert, gegen die Tiefe fast um 0·4° pro Meter. Dies ist jedoch nicht immer so. Die Lufttemperatur ändert sich in ganz anderer Weise, wenn der Schnee am Eingange zum Eisschlote abgeschmolzen ist.

Die beigefügte Tabelle läßt dies aus einigen Messungen entnehmen. Solange Winterschnee im unteren Teile des Dolinentrichters der Paradana lagert, ist die Differenz zwischen der Lufttemperatur an der unteren Höhengrenze des Waldes und jener am Beginne des Eisschlundes am Grunde des Dolinentrichters sehr bedeutend, denn sie erreicht fast 13°. Noch überraschender wird diese kolossale Lufttemperaturänderung,

Lufttemperatur im Dolinentrichter der Eishöhle Paradana im Trnowaner Walde nach Celsiusgraden, 1 *m* über dem Boden.

Datum	Am Eingange zum Eisschlunde	10 *m* höher	17 *m* höher, unterste Krüppelfichte	20 *m* höher, reicher Strauchwuchs beginnt	30 *m* höher, untere Waldgrenze	Am Straßenkörper	Differenz	Nach	Bemerkungen
25. Jänner 1903	—5°	—	—	—	– 4°	—	1°	Prof. C. Loitlesberger	Schöner Wintertag.
31. Mai 1904	1·5°[1] (1·2 bis 2°)	3°[2]	7·5°	9·5°	17°	—	15·5°	Prof. D. G. v. Beck	[1] Aus dem Eisschlunde steigen Nebel empor. [2] Obere Grenze des winterlichen Schneefeldes, das mit dem Eise des Schlundes in Verbindung steht. Schöner Tag.
8. September 1882	3·5°	—	—	—	16·5	—	13°	Prof. D. C. Moser a. a. O.	Kein Winterschnee vorhanden.
22. Oktober 1904	5°[1]	5°	6°	7·5°[2]	10°	11°	5°	Prof. C. Loitlesberger	[1] Schneefrei. Man hört Tropfen in offenes Wasser des Eisschlundes fallen. Schöner Herbsttag. [2] *Pirola* noch blühend.
19. November 1904	1·5 bis 2°	0°	0·5°	0·5°	1°	5°	0·5 bis 1°	Prof. C. Loitlesberger	Auch in der Eishöhle 1·5 bis 2°. Daselbst kein freies Wasser. Eiswände. Schöner Tag, etwas windig.

wenn man sie mit jener vergleicht, welche mit zunehmender Höhe in den Alpen beobachtet wird und im Mittel nur 0·57° C. für je 100 *m* beträgt.

Mit dem Abschmelzen des winterlichen, im Grunde des Dolinentrichters lagernden Schneefeldes, das mit den in der Eishöhle befindlichen, stets vorhandenen, wenn auch oft mit Wasser bedeckten Eismassen wahrscheinlich noch bis in die Sommermonate in Verbindung bleibt, vermindert sich jedoch die genannte Differenz in der Lufttemperatur bedeutend. Gegen Ende Oktober beträgt sie nach den Messungen Prof. Loitlesberger's nur mehr 5° und im November war die Lufttemperatur der genannten, 30 *m* tief voneinander abstehenden Örtlichkeiten so genähert, daß nur eine Differenz von 0·5 bis 1° resultierte.

Aber nicht allein das am Grunde lagernde Schneefeld und die im Schlunde verborgenen Eismassen bewirken die genannte Abkühlung der Luft, sondern auch die stärkere Beschattung und die damit verbundene relative Feuchtigkeit nimmt daran Anteil. Zugleich wird das Tageslicht merklich gegen den Eisschlund geschwächt, was daraus zu entnehmen ist, daß die Samenpflanzen am Grunde des Dolinentrichters verkümmern und auf den in den Schlund stürzenden Felsmassen nur mehr Höhlen- und Schattenformen von Moosen gedeihen. Hier wachsen nach freundlichen Mitteilungen Prof. Loitlesberger's z. B. *Amblystegium curvicaule* Dix et James, *Encalypta contorta* Lindb., *Hypnum molluscum* Hedw. in solchen verlängerten Höhlenformen. Außerdem trifft man im untersten Teile des Dolinentrichters gegen den Eisschlund noch an:

Amblystegium filicinum De Not.
» *Sprucei* Br. eur.
Hypnum sulcatum Schimp.
» *uncinatum* Hedw.
Oncophorus virens Brid.
Orthothecium rufescens Br. eur.
» *intricatum* Br. eur.
Plagiopus Oederi Brid.
Timmia norvegica Zett.
Webera cruda Schimp.

Vergleicht man die Verteilung des Pflanzenwuchses in der Paradana mit jenem des Hochgebirges in den Alpen, so wird in dieser Doline eine Umkehrung der Pflanzenregionen mit ihren charakteristischen Formationen und Bestandteilen deutlich wahrgenommen.[1]

Während man in den Alpen stets Laubwald, Nadelwald, Krummholz und Alpensträucher, Zwergsträucher, alpine Matten und Felstriften, endlich die Eis- und Schneeregion übereinander in bestimmter Höhenlage im Aufstiege folgen sieht, trifft man in der Paradana nacheinander mit zunehmender Tiefe Fichtenwald, Alpensträucher, Zwergsträucher *(Rhododendron)*, alpine Felspflanzen, die Fels- und Schneeregion, endlich Eis.

Die auffällige Erscheinung der Umkehrung der Pflanzenregionen kann auch noch an einer zweiten Doline des Trnowaner Waldes in etwas anderer Art beobachtet werden. Es ist dies die Smrekova draga, welche zuerst von Krašan[2] besucht und kurz beschrieben wurde und die ich ebenfalls in Begleitung des Herrn Prof. Loitlesberger am 31. Mai 1904 besuchte.

Die Smrekova draga ist ein etwa 1 *km* langer Dolinenkomplex nördlich des Goljakberges (1496 *m*) im Trnowaner Walde, welcher sich an der Landesgrenze zwischen Görz-Gradiska und Krain ausbreitet. Die Straße, welche von der Paradana über die Annahütte weiterführt, hört vor dieser großen Doline auf. Man steht an der Straße in schönem Rotbuchenwalde bei 1230 *m* über dem Meere. Am 31. Mai begann derselbe gerade sein silberigglänzendes Laub zu entfalten. In der Doline abwärts steigend gelangt man bald in einen prächtigen Wald

---

[1] Pospichal in seiner Flora des österr. Küstenlandes, I (1897), p. XI, hat sich darüber zuerst ausgesprochen, worauf ich diese pflanzengeographisch interessante Erscheinung auf Grund eigener Studien zum Gegenstande eines Vortrages machte. Vergl. G. v. Beck, Über die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes, in Sitzungsber. des Deutschen naturw.-medizin. Vereins »Lotos« in Prag, XXIV (1904), p. 153.

[2] Krašan, Vergleichende Übersicht der Vegetationsverhältnisse der Grafschaft Görz und Gradiska, in Österr. botan. Zeit., XXX (1880), p. 285.

von urwüchsigen, schlanken Fichten. Doch plötzlich, ganz unvermutet, findet der Wald sein Ende. Das Aussehen der letzten Fichtenbäume verändert sich wie an der oberen Höhengrenze dieses Baumes im Hochgebirge (Abb. 2). Deutlich verkümmern die stolzen Stämme. Mit weißgebleichten Baumleichen, deren Äste mit Bartflechten behangen sind, setzt sich die Baumgrenze scharf gegen abwärts ab und in einer Seehöhe von 1100 *m* sind die Bäume verschwunden. An die Stelle der Fichten tritt nun, wohl weitere 50 *m* an dem felsigen Dolinenhange in die Tiefe ziehend, ein dichter, fast undurchdringlicher Bestand der Legföhre (*Pinus mughus* Scop. = *P. montana* Aut.), die den weiten Kessel völlig erfüllt (Abb. 3). In die Formation der Legföhre, welche das dominierende Gehölz abgibt, streuen sich aber doch noch einige höhere Laubsträucher ein, so:

Salix grandifolia Ser.
» *arbuscula* L.
Sorbus chamaemespilus L.
Euonymus latifolius L.
Rhododendron hirsutum L.
Lonicera alpigena L.
» *coerulea* L.

An den nicht vom Strauchwuchs überdeckten Stellen, namentlich aber auf den Felsen, bemerkt man eine viel größere Anzahl von Hochgebirgs- und Voralpenpflanzen als in der Paradana, darunter:

Scolopendrium vulgare Sm.
Aspidium lobatum Sw.
Lycopodium annotinum L.
Carex ornithopoda W.
Luzula silvatica Gaud.
Veratrum album L. v. *Lobelianum* (Bernh.)
Polygonatum verticillatum All.
Salix retusa L.
Heliosperma quadrifidum Rchb.
Moehringia muscosa L.
Sagina saginoides Dalla Torre (=*S. Linnaei* Presl).
Clematis alpina L.
Helleborus niger L. v. *macranthus* Freyn.
Aconitum rostratum Bernh.

Arabis alpina L.
» *arenosa* Scop.
Saxifraga rotundifolia L.
» *petraea* L.
Aruncus silvester Kost.
Viola biflora L.
Pirola uniflora L.
» *rotundifolia* L.
Erica carnea L.
Vaccinium vitis idaea L.
Primula auricula L.
Salvia glutinosa L.
Stachys alpina L.
Veronica latifolia L.
Melampyrum silvaticum L.
Valeriana saxatilis L.
» *tripteris* L.
Campanula cochleariifolia Lam. (= *C. pusilla* Haenke).
Doronicum austriacum Jacqu.
Senecio crispus Kitt.
Aster bellidiastrum Scop.
Aposeris foetida Less.
Mulgedium alpinum Cass.
Crepis incarnata Tausch.

Je tiefer man steigt, desto dichter und reichlicher bedeckt sich der Boden zwischen den Legföhren mit Torfmoosen (insbesondere *Sphagnum acutifolium* Ehr.) und mit den Zwergbüschen von *Vaccinium uliginosum* L., bis schließlich die dichte, die längste Zeit im Inneren vereiste Moosdecke eine hochmoorartige Torfmulde bildet. Bei meinem Besuche zu Ende Mai waren noch große Schneefelder über einen großen Teil dieses Torfgrundes gelagert. Wie mir Prof. Loitlesberger mitteilte, findet sich auch an den felsigen Lehnen zwischen den Legföhrenbüschen wohl das ganze Jahr hindurch Eis und Schnee, der sich in den tiefen, meist von Legföhrenbüschen überschatteten Felsschründen leicht erhalten kann.

Ein kontrastreiches Bild eröffnet sich aber dem Beschauer, wenn die Alpenrosen Mitte Juli in herrlich rotem Blumenschmucke stehen und der eisige Firnschnee aus den Felsklüften zwischen den dunklen Legföhren herausleuchtet.

In der Smrekova draga prägt sich nach vorhergehender Schilderung des Pflanzenwuchses die Umkehrung der Pflanzenregionen fast noch schöner aus als in der Paradana. Wir finden hier zuerst schönen Buchenwald, unter demselben herrlichen Fichtenwald; weiter abwärts wird die Baumgrenze aus Fichten erreicht; sodann folgt die Legföhrenformation mit eingemengten Alpensträuchern und Alpenpflanzen, endlich eine ausgesprochene Torfmoorvegetation mit vereisten Schneemassen.

Sehr schön ist der Wechsel der Vegetation mit zunehmender Tiefe auch an der Moosvegetation zu beobachten, deren Kenntnis ich liebenswürdigen Mitteilungen Prof. Loitlesberger's verdanke.

A. In der Buchenwaldregion des Trnowaner Waldes finden sich:

Antitrichia curtipendula Brid.
Bryum capillare L.
Catharinaea Haussknechtii Broth.
Dicranum Sauteri Br. eur.
Plagiobryum Zierii Lindb.
Tortula subulata Hedw.
Pterigynandrum filiforme Hedw.
Chiloscyphus polyanthus Corda.

Seltener:

Neckera pumila Hedw.
Pseudoleskea atrovirens Br. eur.
Pterygophyllum lucens Brid.
Webera elongata Schwägr. v. *nutans.*
Aplozia lanceolata Dum.[1]
Pellia endiviaefolia Dum.
Radula Lindbergii Gott.

und als besondere Seltenheiten:

Moerkia Flotowiana Schiffn. und
Aplozia Schiffneri Loitl. in Abh. zoolog.-botan. Ges. (1905), p. 482.

B. In der Fichtenwaldregion kommen vor:

Hylocomnium splendens Br. eur.
» *squarrosum* L.
» *triquetrum* Br. eur.
» *loreum* Br. eur. und andere.

---

[1] Über Lebermoose vergl. K. Loitlesberger, Zur Moosflora der österreichischen Küstenländer, in Abh. zoolog.-botan. Ges. (1905), p. 475.

Hypnum cupressiforme L. v. *filiforme*, in langen Strängen von den Bäumen hängend.
Mnium orthorrhynchum Br. eur.
» *medium* Br. eur.
Orthotrichum Lyellii H. et T.
Sphagnum Girgensohnii Russ.
Bazzania trilobata Gray.
Cephalozia reclusa Dum.
» *leucantha* Spr.
» *curvifolia* Mitt.
Scapania irrigua Dum.

Seltener:

Neckera pumila Hedw.
Plagiothecium undulatum Br. eur.
Racomitrium canescens Brid.
Sphagnum squarrosum Pers.
» *cymbifolium* Ehr.
» *recurvum* P. B.
Blepharozia ciliaris Dum.
Frullania fragilifolia Tayl.
Harpanthus scutatus Spr.
Kantia suecica Arn.
Odontochisma denudatum Nees.
Scapania convexa Heeg.
Trichocolea tomentella Lindb. (selten).

Auf schattigen Felsen gedeihen:

Anomodon viticulosus H. et T.
» *rostratus* Schimp.
Barbula paludosa Schleich.
Encalypta contorta Lindb.
Orthothecium rufescens Br. eur.
Plagiopus Oederi Limpr.
Schistidium apocarpum Br. eur.
Aplozia atrovirens Dum.
Jungermannia turbinata Raddi.

Seltener:

Didymodon giganteus Jur.
Eurhynchium cirrosum Mol.
» *Tommasinii* Ruthe.
Hypnum Halleri L. fil.
Myurella Carayana Sull.
Racomitrium lanuginosum Brid.
Lejeunia echinata Tayl.
Metzgeria pubescens Raddi.
Reboulia hemisphaerica Raddi.

C. In der Krummholzregion der Smrekova draga wurden gesammelt:

Dicranum congestum Brid.
» *majus* Turn.
» *scoparium* Hedw.
Meesia trichodes Spruce.
Eurhynchium cirrosum Mol.
Oncophorus virens Brid.
Orthothecium rufescens Br. eur.
» *intricatum* Br. eur.
Plagiothecium depressum Dixon.
» *denticulatum* Br. eur.
» *undulatum* Br. eur.
Polytrichum formosum Hedw.
» *juniperinum* Willd.
Sphagnum acutifolium Ehrh.
» *quinquefarium* Warnst.
Timmia austriaca Hedw.
Bazzania triangularis Lindb.
Cephalozia media Lindb.
» *pleniceps* Aust.
» *bicuspidata* Dum.
Jungermannia gracilis Schleich.
» *heterocolpa* Theden.
» *Floerkei* Web. et M.
» *minuta* Crantz.

Jungermannia Muelleri Nees.
» *quinquedentata* Huds.
» *ventricosa* Dicks.
Kantia suecica Arn.
Mylia Taylori Gray (sehr reichlich).

Wenn man sich die Frage vorlegt, auf welche Ursachen die vorher geschilderte, auffällige Umkehrung der Pflanzenregionen mit ihren Formationen und Vegetationslinien zurückzuführen sei, so dürfte die Annahme kaum angezweifelt werden, daß das lange Liegenbleiben der winterlichen Schneemassen auf dem wasserundurchlässigen Grunde der Dolinen sowie in den vom Legföhrendickicht beschatteten Felsschründen eine stufenweise mit der zunehmenden Tiefe verstärkte Erkältung und Durchfeuchtung der atmosphärischen Luft sowie des Bodens in der Weise hervorruft, daß ähnliche Veränderungen der Temperaturverhältnisse geschaffen werden wie bei der zunehmenden Elevation in den Hochgebirgen.

Daß diese Erklärung zutrifft, beweisen die Pflanzenregionen des nahen Goljakberges (1496 *m*). Hier weichen die Fichten in einer Seehöhe von 1260 *m* dem aus der Legföhre gebildeten Knieholz sowie den Alpensträuchern, wie *Rhododendron hirsutum* L., *Juniperus nana* W., welche die Gipfelkuppe dieses Berges in geschlossener Formation einnehmen. Wir erkennen daher auf der Höhe des Trnowaner Waldes die auffällige und sehr bemerkenswerte Tatsache, daß die Fichten einesteils bei 1100 *m* in der Tiefenlage eine untere und bei 1260 *m* in der Höhenlage eine obere Grenze ihres Vorkommens erreichen und daß beide Vegetationslinien in gleicher Weise durch die Erkältung des Klimas bedingt werden.

Das kühlfeuchte Klima der Dolinen ermöglichte jedoch für sich allein nur die Erhaltung der in denselben heute zerstreut liegenden Inseln der Hochgebirgsflora. Es mußte aber eine ständige Abstufung in den Dolinen erleiden, um auch die Erhaltung mehrerer, in verschiedener Weise den klimatischen Faktoren angepaßter Pflanzenformationen unter denselben Verhältnissen wie im Hochgebirge, aber in umgekehrter Reihenfolge zu gestatten.

Da aber sowohl die in den Dolinen vorkommenden Hochgebirgspflanzen ebenso wie die ausgeprägten Formationen derselben sich heute nur inselförmig im Bereich der montanen Karstflora vorfinden und eine Neubesiedelung mit derartigen Gewächsen unter den gegenwärtigen Verhältnissen ganz unmöglich ist, sind alle diese Hochgebirgs- und Voralpenpflanzen der Dolinen als Relikte der alpinen Flora anzusehen, welche die Karsthöhen zur Zeit der letzten Eiszeit wahrscheinlich im zusammenhängenden Verbreitungsareal besiedelte und nach der Diluvialzeit sich wieder in die besiedelungsfähig gewordenen Höhen der Alpen Friauls und der Julischen Alpen zurückzog. Während mit der Erwärmung des Klimas die Karstflora der alpinen Flora langsam nachdrängte und das Bergland, welches sie in der letzten Interglazialzeit bereits besetzt hatte,[1] wieder für sich in Anspruch nahm, konnten sich noch manche Vertreter der Alpenflora in den kühleren Dolinen bis zur Gegenwart erhalten, was wieder nur dadurch ermöglicht wurde, daß sich seit der letzten Glazialzeit die klimatischen Verhältnisse in den tieferen Dolinen nicht allzusehr veränderten.

Nach der Herkunft ist wohl die Mehrzahl der in den Dolinen isoliert vorkommenden Hochgebirgspflanzen alpinen Ursprunges, die eine weitere Verbreitung im Alpenzuge besitzen. Doch sehen wir zwischen denselben auch noch vereinzelte Hochgebirgspflanzen, welche den südlichen Kalkalpen zur Zierde gereichen, wie z. B.

Silene saxifraga L.
Helleborus niger L. v. *macranthus*
Saxifraga petraea L.
Athamantha rupestris Reich.
Veronica lutea Wettst.

ferner die aus den illyrischen Hochgebirgen stammenden *Saxifraga incrustata* Vest, *Globularia bellidifolia* Ten. und

[1] Vergl. G. v. Beck, Über die Bedeutung der Karstflora in der Entwicklung der Flora der Ostalpen. Vortrag gehalten am II. internationalen botanischen Kongresse in Wien, 1905.

Aposeris foetida Less. sowie die arktisch-boreale *Viola biflora* L.

Während das Vorkommen der südalpinen Elemente sowie der arktisch-borealen *Viola biflora*, welche ja überall im Alpenzuge mit den alpinen Pflanzen gesellig lebt, nach den vorhergehenden Erläuterungen leicht zu erklären ist, ist das Vordringen illyrischer Hochgebirgspflanzen von den Gebirgen der Balkanhalbinsel bis zu unseren Standorten und weiter in die Alpen hinaus wissenschaftlich noch wenig behandelt worden[1] und dürfte weitere Studien lohnen.

---

[1] Vergl. G. v. Beck, Vegetationsverh. der illyr. Länder, p. 469.

Erklärung der Abbildungen.

Abbildung 1. Partie im unteren Teile des Paradanatrichters, zum Teil noch von den Wänden der Doline beschattet. Im oberen Teile die *Rhododendron*-Formation, die bereits in der Mitte des Bildes verkümmert und felsigen, mit Moosen und Alpenpflanzen bedeckten Gehängen den Platz räumt. Anstoßend daran das in die Tiefe ziehende, mächtige, winterliche Schneefeld.

Abbildung 2. An der unteren Baum- und Waldgrenze in der Smrekova draga. Die Fichten verkümmern plötzlich und dichte Legföhrenbüsche treten an deren Stelle. Im Hintergrunde erblickt man über der geschlossenen Formation der Legföhre die jenseitige untere Grenze des Fichtenwaldes, der weiter nach aufwärts eingemengte Buchen aufweist. Vorn sieht man noch winterliche Schneeflecken.

Abbildung 3. Legföhrendickicht in der Smrekova draga, das im Hintergrunde von dem Fichtenwalde umsäumt wird. Auf der Kuppe rechts Fichten und Buchen in Mischung. Einige bleiche, abgestorbene Fichtenstämme bezeichnen am Waldessaume die Baumgrenze.



Beck v. Mannagetta Ritt., G.: Die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes.





Abbildung 1.

Abbildung 2.



Abbildung 3.